



**SAVONIA**

# **Arkituksessa käytettävien paperirullahylsyjen käytön optimointi**

**Jussi Istolainen**

Opinnäytetyö

\_\_\_\_. \_\_\_\_.



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jussi Istolainen	
Työn nimi Arkituksessa käytettävien paperirullahylsyjen käytön optimointi	
Päiväys	04.05.2012
Sivumäärä/Liitteet	31+7
Ohjaaja(t) Harri Heikura (Savonia), Timo Salo (M-real)	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) M-real Oyj, Äänekoski Paper	
Tiivistelmä <p>M-real Äänekosken paperitehtaalla on käytössä kierrätettäviä hylsyjä arkitettavissa paperirullissa. Hylsyjen kierrätys pituusleikkureiden ja arkkileikkureiden välillä ei toiminut halutulla tavalla. Tämän vuoksi hylsyjen käytön optimointia varten koettiin aiheelliseksi teettää opinnäytetyö.</p> <p>Työ suoritettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen tarkoitus oli luoda toimivat työohjeet, jotta hylsyjen käyttöön liittyvät käytännön ongelmat saataisiin ratkeamaan mahdollisimman nopeasti. Ohjeet tehtiin erikseen arkkaamoon ja pituusleikkureille.</p> <p>Toisessa vaiheessa tarkasteltiin hylsyjen varastointiin liittyviä ongelmia ja rullauspäiden vaikutuksia hylsyjen päihin. Lisäksi tutkittiin, ovatko nykyisin käytössä olevat hylsy sopivia tehtaan tarpeisiin ja mitä hylsyjä tulisi kierrättää, lyhentää tai poistaa käytöstä. Tarkasteluiden ja tutkimusten pohjalta luotiin suunnitelma tehokkaaseen hylsyjen käyttöön.</p> <p>Työstä saadut konkreettiset tuotokset olivat työohjeet arkkisaliin ja pituusleikkureille sekä suunnitelma tehokkaaseen hylsyjen käyttöön. Suunnitelmaan kuuluivat parannusehdotukset käytännön toimintaan, varastointiin ja hylsyn laatuun, sekä laskelmat mahdollisista kustannussäästöistä.</p> <p>Opinnäytetyöstä on tehty salassapitosopimus, joten kaikkea työn sisältöä ei voida julkaista.</p>	
Avainsanat Hylsy, paperi, rulla, varasto	

**SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**  
**THESIS**

**Abstract**

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Industrial Engineering and Management			
Author(s) Jussi Istolainen			
Title of Thesis Optimization of Paper Roll Cores Used in Sheeting			
Date	04.05.2012	Pages/Appendices	31+7
Supervisor(s) Harri Heikura (Savonia), Timo Salo (M-real)			
Client Organisation /Partners M-real Oyj, Äänekoski Paper			
<p>Abstract</p> <p>M-real Äänekoski uses reusable cores in paper rolls used in sheeting. The reuse between winders and sheet cutters did not work as the company wanted. Because of that they thought this thesis assignment was necessary and with the help of it company could optimize the usage of those cores.</p> <p>Thesis was executed in two stages. The objective of the first stage was to create operational working instructions, so that problems connected to the usage of cores could be solved as soon as possible in practice. Instructions were done separately to the Sheeting Plant and winders.</p> <p>In the second stage, problems regarding stocking and effects of core chucks to core-ends were examined. Also the suitability of current cores and which cores should be reused, shortened or taken off was studied. A plan of effective core using was created according to these investigations.</p> <p>Concrete outputs of this thesis were work instructions to Sheeting Plant and winders and a plan of effective core usage. The plan includes recommendations on how to improve practical actions, stocking and quality of the cores and also calculations for possible savings.</p> <p>This thesis is under non-disclosure agreement so some parts of this project cannot be published.</p>			
Keywords Core, paper, roll, stock			

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	7
2 Yritysesittely.....	8
3 Paperirullahylsyn käyttö paperin käsittelyssä .....	9
3.1 Jälkikäsittelyn työvaiheet.....	11
3.2 Varastointi .....	14
4 Hylsyn käytön tarkastelu.....	17
4.1 Tehtaan toimintatavat.....	17
4.2 Hylsyjen käytön optimointi .....	22
5 Tutkimukset ja toimenpiteet.....	26
5.1 Tulosten analysointi .....	26
5.2 Parannusehdotukset .....	29
6 Yhteenveto.....	30
LÄHTEET .....	31

## LIITTEET

- Liite 1 Työohjeet arkkisaliin
- Liite 2 Työohjeet pituusleikkureille
- Liite 3 V4 hylsyn ominaisuudet
- Liite 4 V5 hylsyn ominaisuudet

## Sanasto

AL7=	Arkkileikkuri 7
AL8=	Arkkileikkuri 8
ARVA =	Arkkirullavarasto
Gloss=	Kiiltäväpintainen paperi
JM=	Juoksumetri, eli käytettyjen hylsyjen määrä
Karvi=	Paperiratojen jatke
Kalanteri=	Laite jolla päällystetään paperi puristamalla sitä kahden tai useamman telan välissä
Kuuppa=	Pieni jätelava
Lusaus=	Paperirullan päällimmäisien kerrosten poisto
Muutto=	Pituusleikkurilta valmistunut rullaryhmä
PL1=	Pituusleikkuri 1
PL2=	Pituusleikkuri 2
Pulpperi=	Laite joka kuiduttaa erilaisia massoja ja hylkyä
Raina=	Suotauttamalla viiralle muodostuva paperiarkki tai -raina
Silk=	Mattapintainen paperi
Tampuuri=	Konerulla; koko rainan levyinen paperirulla
Trimmi=	Ajo-ohjelma
URK =	Uudelleenrullauskone

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli optimoida M-realín Äänekosken Paperitehtaan arkkirullahylsyjen käyttöä ja kustannusten minimointia.

Työn tarkoituksena oli luoda työntekijöille ohjeet optimaaliseen hylsyjen käyttöön, selvittää käytettävien hylsyjen sopivuutta tehtaan tarpeisiin, tarkastella rullauspäiden vaikutuksia hylsyihin sekä selvittää hylsyjen varastointiin liittyviä ongelmia. Näiden avulla voitiin laskea mahdolliset kustannussäästöt.

Työohjeiden avulla tehtaassa tiedetään kuinka hylsyjä tulee varastoida, mitä hylsyjä kannattaa kierrättää, mitkä hylsyt kannattaa ottaa kierrosta pois ja mitä hylsyjä lyhennetään.

M-realín Äänekosken paperitehtaassa koettiin opinnäytetyö aiheelliseksi, koska hylsyjen kierto ei toiminut halutulla tavalla pituusleikkureiden ja arkkileikkureiden välillä. Tehtaan käyttö- ja kehitysinsinööri esitti tämän toimeksiannon syksyllä 2011.

Teoriaosuudessa käydään läpi tietoa hylsyistä, paperinvalmistuksen jälkikäsittelyvaiheista ja varastoinnista. Työssä tarkastellaan tehtaan nykyistä hylsyjenkäyttöä ja sen pohjalta tehdään parannusehdotuksia tehtaan toimintaan. Työn lopussa käydään läpi johtopäätökset ja suositukset, sekä kuinka yritys voi hyödyntää niitä käytännössä. Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunnitelma toimivaan hylsyjenkiertoon sekä työohjeet pituusleikkureille ja arkkileikkureille.

## 2 Yritysesittely

M-Real on Metsäliitto-Konsernin tytäryhtiö. Konserniin kuuluvat M-realin lisäksi Metsä-Botnia sekä Metsä-Tissue. Suomessa M-realilla on tehtaita Äänekoskella, Kyrössä, Simpeleellä, Tampereella, Joutsenossa, Kaskisissa ja Kemissä. Yritys on perustettu vuonna 1986, jolloin se tunnettiin nimellä Metsä-Serla. Nimi M-real vakinaistui vuonna 2001. Yritys valmistaa tuotteita kartongista ja paperista pääasiallisesti kuluttajapakkauksiin sekä viestinnän ja mainosalan tarpeisiin. Liikevaihto vuonna 2010 oli noin 2,6 miljardia euroa ja henkilöstöä oli hieman yli 4500. (M-realın www-sivu 2012.)

M-real Äänekosken paperitehdas aloitti toimintansa vuonna 1906, jolloin sen paperikone oli aikansa suurin Suomessa. Sen jälkeen tehtaassa on valmistettu sanomalehtipaperia, päällystettyä painopaperia, tapettiraakapaperia ja 1989 vuodesta eteenpäin Galerie Art -paperia. (M-realın www-sivu 2012.)

Tehtaan tuotteisiin kuuluvat kolmesti päällystetty paperi joko kiiltävällä tai mattapinnalla. Paperin neliömassa vaihtelee välillä  $115 \text{ g/m}^2$ - $300 \text{ g/m}^2$  ja sitä on saatavilla sekä rullina, että valmiina arkkeina. Asiakkaat käyttävät tehtaan tuotteita suurelta osin kuvastoihin, taidekirjoihin, esitteisiin, suoramainontaan ja toimistopapereihin. Tehtaal-la työskentelee noin 250 henkilöä. (M-realın intranet 2011.)



### 3 Paperirullahylsyn käyttö paperin käsittelyssä

Paperirullahylsy, eli kierrehylsy, on tavallisesti kartongista valmistettu lieriön muotoinen paperirullan keskiosa, jota käytetään paperinvalmistuksen jälkikäsittelyssä. Pituusleikkurilla hylsyn ympärille kääritään paperia, jolloin muodostuu paperirulla. Arkki-leikkurilla pituusleikkurilta valmistunut rulla aukirullataan päinvastaiseen suuntaan, ja paperi purkautuu hylsyn ympäriltä. (Jokio 1999, 288–291.)

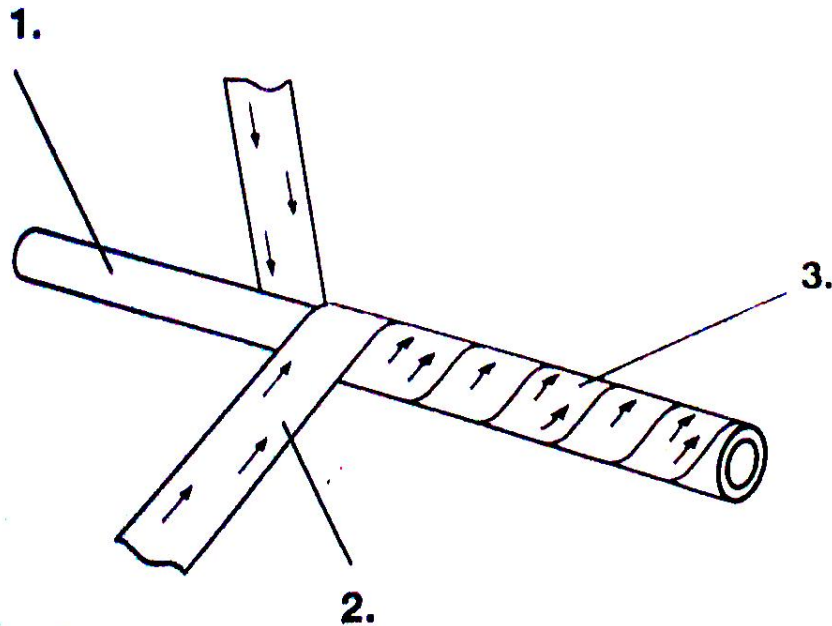


KUVA 1 Hylsyjä hylsyleikkurilla

#### Valmistus

Hylsy valmistetaan käärimällä akselin ympärille useita kerroksia kartonkinauhaa. Nauha pysyy kiinni akselissa liiman avulla. Hylsykartonki ympäröi metallitankoa, josta se leikataan haluttuun mittaan. Tämän jälkeen se menee kuivatukseen. Hylsyä toimitetaan asiakkaalle useamman hylsyn nipuissa. Hylsyjen valmistuksesta vastaa aiheeseen erikoistuneet erilliset yritykset. (Karhuketo, Seppälä, Törn, & Viluksela 2004, 185.)

1. akseli
2. kartonkikl nauha
3. valmis hylsy



KUVA 2 Kierrehylsyn rakenne (Karhuketo ym. 2004, 185).

#### Raaka-aineet

Raaka-aineena hylsyissä käytetään pääasiassa kartonkia. Halutuista lujuusominaisuuksista riippuen kartongin valmistuksessa käytetään puolisellua ja kierrätyskuitua tai niiden yhdistelmiä. Puolisellun määrän lisääminen kartongissa nostaa sen lujuusominaisuuksia. Kierrätyskuitua saadaan esimerkiksi muovitetuista tai alumiinilaminoiduista kartonki- ja paperijätteistä, kun puukuidut erotellaan esimerkiksi paperikääreistä tai nestepakkauksista. Käytön jälkeen hylsyä voidaan polttaa energijätteenä. (Karhuketo ym. 2004, 185.)

#### Ominaisuudet

Hylsyn ominaisuuksien merkitys määräytyy käyttökohteesta ja – tarkoituksesta riippuen. Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa:

- Maksimi rullapaino
- Metripaino
- Sisähalkaisija
- Toimituskosteus
- Ulkohalkaisija

(Pietikäinen 18.10.2011)

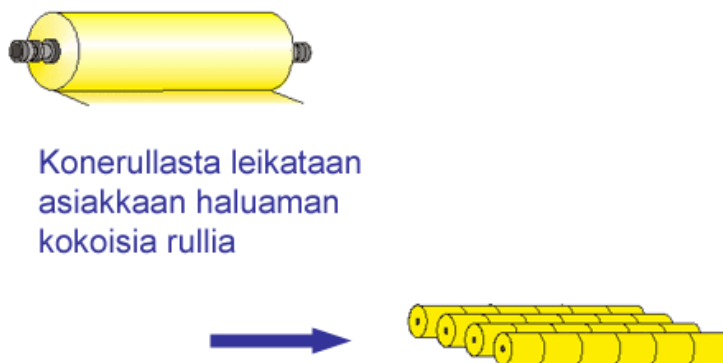
### 3.1 Jälkikäsittelyn työvaiheet

Jälkikäsittelyllä tarkoitetaan paperinvalmistuksen loppuvaiheita, joissa itse paperi on jo ominaisuuksiltaan valmista. Hylsyjä käytetään vain näissä työvaiheissa. Ennen kuin paperi on valmista jälkikäsittelyn työvaiheisiin, sitä kääritään ison tampuurin ympärille paperikoneella, päällystyskoneella ja kalanterilla. Hylsyjä joudutaan käyttämään pituusleikkurilla, arkkileikkurilla ja uudelleenrullauskoneella. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 15–17.)

#### Pituusleikkaus

Pituusleikkauksen tarkoitus on leikata konerullasta pienempiä rullia asiakkaalle. Asiakas vaatii rullalta tietyn leveyden sekä yleensä pituuden, joissain tapauksissa myös halkaisijan. Tuotannonsuunnittelija laatii leikkureille ajo-ohjelmat, joiden mukaan pituusleikkureilla ajetaan. Pituusleikkurilta valmistuneiden rullien tulee olla laadultaan sellaisia, etteivät ne jatkokäsittelyssä aiheuta häiriöitä esimerkiksi arkkileikkurilla. Rullien pitää myös kestää kuljettimien ja varastoinnin aiheuttamat rasitukset. Rullien sisäiset jännitysten jakaumat ovat niiden tärkeimpiä ominaisuuksia ja ne muodostuvat pituusleikkurin ajotavan ja paperin ominaisuuksien mukaan. (Suomen Paperinsinöörien yhdistys ry 1983, 1223; Jokio 1999, 183)

## Pituusleikkaus



KUVA 3 Konerullasta leikataan pienempiä rullia (KnowPap 2008)

Pituusleikkauksen työvaiheet ovat pääpiirteissään:

- Päänvienti
- Trimmin mukainen terien ja asemien siirto
- Rullaus
- Muutonvaihto
- Konerullan vaihto

(Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 223–229)

Tehtaalla on käytössä kaksi pituusleikkuria, PL1 ja PL2. PL1 on Jagenberg Vari-Dur kantotelaleikkuri ja PL2 on Valmet JR-1000 keskiörullain.

#### Kantotelaleikkuri

Kantotelaleikkurilla ajettavat rullat muodostetaan kahden kantotelan päälle. Se mahdollistaa sen, että kyseisellä leikkurityypillä on mahdollista ajaa raskaitakin rullakuormia. Rullien muodostukseen voidaan vaikuttaa pääasiassa kantotelan ja painotela-kuorman momenttieron avulla. Kantotelaleikkurit voidaan jakaa vielä alaryhmiin sen perusteella, mitä kautta päävienti koneeseen tehdään. PL1 on yläsyöttöinen. (Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1235–1236; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 224–226.)

Trimmin mukaiset hylsyleveydet asennetaan kantotelojen väliin. Rullauksen ajaksi hylsy lukitaan hylsyriivin päähän työnnettävällä ohjaimella, jotteivät hylsyt pääse liikkumaan leikkurin sivuttaissuunnassa ajon aikana. (Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1238–1239.)

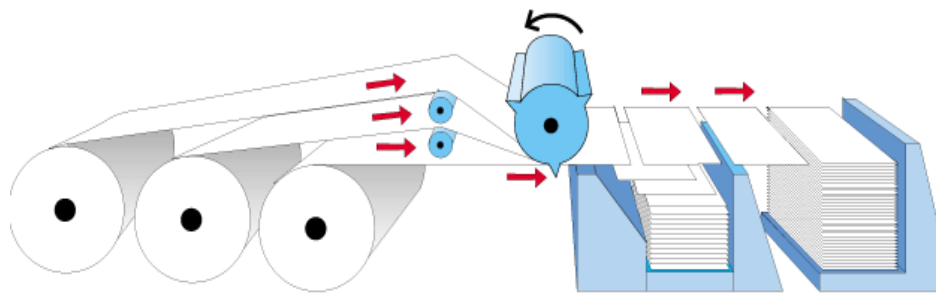
#### Keskiörullain

Keskiörullaimella ajettavat rullat muodostuvat asemille leikkurin molemmille puolille. Kyseisellä leikkurityypillä on eliminoitu ajettavan rullan oman painon vaikutus rullauksen aikana. Se mahdollistaa rullalle vaadittavat laatuvaatimukset ajettaessa superkalanteroitua SC-paperia tai kevyesti päällystettyä LWC-paperia. Ajettava rulla on hylsynpäistään kiinni istukoissa ja rullaus tapahtuu sylinteriä vasten. Painoteloja käytetään erityisesti leveillä rullanleveyksillä tai paksuilla paperilaaduilla. (Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1242–1243; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 226–227.)

## Arkkileikkaus

Arkkileikkauksen tarkoitus on leikata pituusleikkurilta valmistuneista rullista asiakkaan haluamia valmiita arkkeja. Yleensä arkitusta ei käytetä paperitehtaissa, mitkä tuottavat sanomalehtipaperia. Hienopaperia valmistavat tehtaat sen sijaan voivat arkittaa huomattavankin suuren osan paperista sen paremman myyntihinnan vuoksi. Kun paperi ei mene suoraan pituusleikkurilta pakkaukseen, tarvitaan välivarastoa. (Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1249.)

## Arkkileikkaus



KUVA 4 Pituusleikkurin rullista leikataan arkkeja (KnowPap 2008)

Arkkileikkauksen työvaiheet pääpiirteissään:

- Rullien siirto rullatelineisiin
- Rainojen päävienti tai karvin teko
- Leikkaus
- Pakkaus
- Lähetys

(Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1249–1285)

Tehtaalla on käytössä kaksi Bielomatikin valmistamaa arkkileikkuria, AL7 ja AL8. AL7 on malliltaan P1185 ja AL8 F2200S.

## AL7

Tässä arkkileikkurissa on 4 aukirullauspukkia, jolle kullekin voidaan laittaa kaksi rullaa vierekkäinen. Yhteensä maksimimäärä on siis 8 rainaa. Tämä on tehtaan uusin investointi, joka korvasi 2 edeltävää leikkuria. AL7 on siirretty tehtaalte Itävallasta vuonna 2011.

## AL8

Tässä arkkileikkurissa on 5 aukirullauspukkia, mutta suurimpana erona on, että jokaiselta asemalta voidaan ajaa vain yhtä rullaa. Tällä leikkurilla on käytössä automaattinen nosturi, joka kuljettaa rullat hihnalta asemille. Lisäksi nosturi kuljettaa rullien ajon jälkeiset pohjat hylsypurkaimelle, jolla ylimääräinen paperi puretaan hylsyn ympäriltä pulperiin. Myös AL8 on siirretty tehtaalte Itävallasta vuonna 2011.

## Uudelleenrullauskone

Uudelleenrullauskonetta joudutaan käyttämään, mikäli pituusleikkurilta valmistuneet rullat ovat laadultaan virheellisiä ja ne voidaan korjata esimerkiksi uudella hylsyleveydellä tai lusauksella. Sillä voidaan ajaa myös asiakastilauksia. Uudelleenrullauskoneen toimintaperiaate on lähes samanlainen, kuin itse pituusleikkurin. Erona on vain aukirullaus, mikä tapahtuu konerullan sijasta, pituusleikkurilta valmistuneesta rullasta. (Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry 1983, 1243–1244.)

## 3.2 Varastointi

Varastointi on yksi logistisen prosessin osa-alueista. Se tarkoittaa varastoitavia tuotteita, niiden varastointitiloja sekä niihin liittyviä toimintoja. Varastoinnilla on huomattava merkitys yrityksen tuotantokokonaisuudessa. Sen merkitystä ja vaikutuksia tulee miettiä tarkasti etenkin silloin, kun yritys on kehittämässä toimintaansa. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 79; Sartjärvi 1992, 158.)

Peruseriaatteena on, että varastoja tulisi pitää mahdollisimman pieninä, koska niihin sitoutuu pääomaa, joka voitaisiin laittaa muulla tavoin hyötykäyttöön. Onkin selvitetävä tarkkaan eri tuotteiden varastointitarvetta. Tilannetta hankaloittaa, jos yrityksellä on laaja tuotevalikoima ja moninaisia asiakastarpeita. (Ritvanen ym. 2011, 79.)

## Varastoinnin syyt

Raaka-ainevarastojen tarkoitus on varmistaa, ettei tehtaan tuotanto pääse katkeamaan raaka-aineiden loputtua. Varastoja tarvitaan myös siksi, että tehtaalle tilattavien raaka-aineiden eräkoot ovat suurempia kuin suoraan prosessiin menevien. Toisaalta joitain tuotteita joudutaan varastoimaan, koska ne ovat jatkuvasti osana koko tuotantoprosessia. (Karrus 2001, 77.)

Muita varastoinnin syitä:

- Laaja tuotevalikoima
- Laaja asiakaskunta
- Hyvä asiakaspalvelu
- Raaka-aineen markkina-arvon vaihtelut
- Epävarma toimittaja

(Ritvanen ym. 2011, 80)

## Varaston tilasuunnittelu

Varaston tilasuunnittelu perustuu varastoitavien tuotteiden määrään, niiden vaatimaan tilavuuteen, käyttötarpeisiin ja varastotekniikoihin. Lähdetessä suunnittelemaan toimivaa varastointiratkaisua yritykselle on mietittävä tarkkaan kaikki siihen liittyvät osa-alueet. Varaston pitäisi palvella tuotantoa siten, että välttyttäisiin turhilta siirroilta ja etteivät kulkuväylät ahtautuisi. Pitää myös miettiä tuotteen mahdollisia olosuhdevaatimuksia esimerkiksi lämpötilojen ja ilmankosteuden suhteen. (Ritvanen ym. 2011, 84–85.)

## Varaston kustannukset

Varastoitavien raaka-aineiden, tuotteiden ja puolivalmisteiden kustannukset syntyvät niiden tilantarpeesta sekä käsittelystä. Yleensä säilyttämisen kustannusosuus on vain noin kolmanneksen koko varastointiprosessin kustannuksista. Varastointiin liittyvät kustannukset täytyy tiedostaa, koska ne muodostavat puolet koko logistisesta prosessista. (Sakki 2001, 68–70.)

## ABC-analyysi

ABC-analyysi, toiselta nimeltään pareto-analyysi, perustuu niin sanottuun 80–20 – sääntöön. Se tarkoittaa tuotteiden prosentuaalista jakautumista esimerkiksi niiden menekin mukaan. Analyysin avulla tuotteita voidaan priorisoida ja selvittää varastointiin liittyviä ongelmia. Tärkeintä on selvittää varastoitavien tuotenimikkeiden menekki ja arvo ja niiden perusteella jaotella tuotteet kolmesta viiteen ryhmään. Tärkeimmät tuotteet ovat a-luokassa, seuraavaksi tärkeimmät ovat b-luokassa jne. Tämä on erinomainen tapa selvittää varaston tilannetta sekä siellä säilytettävien tuotteiden tarpeellisuus tai tarpeettomuus. (Sakki 2001, 100–106.)



## 4 Hylsyn käytön tarkastelu

Pystyäkseni optimoimaan tehtaan hylsyjenkäyttöä tarkastelin ensin vallitsevia toimintatapoja. Otin selvää hylsyjen varastointiin liittyvistä asioista, työohjeista, hylsyjen päivittäisestä käytöstä, nykyisen hylsylaadun ominaisuuksista sekä hylsyjen kustannuksista.

### 4.1 Tehtaan toimintatavat

Olen ottanut selvää yrityksen hylsyjen käytöstä työntekijöitä haastatteleamalla sekä omakohtaisilla kokemuksilla kesätöiden muodossa ja opinnäytetyön tekemisen aikana tehdyillä havainnoilla. Työskentelin sekä PL2:lla apulaisena, että arkkisalissa lasintekijänä kummallekin arkkileikkurille, joten sain nähdä käytännön kautta hylsyjen käyttöön liittyvät työnkuvat kokonaisuudessaan tehtaan sisällä.

#### Työohjeet

Tuotantotyöntekijöiden saatavilla ei ole kirjallisia toimintaohjeita liittyen hylsyjen käyttöön ja kierrätykseen, vaan ne opitaan perehdyttäjältä. Sekä kalanterihallissa että arkkisalissa perehdytys hylsyjen käyttöön ja kierrätykseen tapahtuu perehdyttävän työntekijän ohjeistuksella. Työntekijä, joka hallitsee työpisteen toimintatavat, neuvoo suullisesti ja käytännön esimerkin avulla kyseisen työpisteen työskentelytavat seuraavalle tulokkaalle. Muutoin työnopastusohjeet ovat olemassa.

#### Hylsyn kierto

Hylsyt tilataan siihen erikoistuneelta Sonoco Alcore Oy:ltä. Aluemestari tilaa hylsyjä aina isommissa nipuissa huomatessaan, että kalanterihallin hylsyvaraston hylsyniput alkavat käydä vähiin. Hylsyt tulevat tehtaalte 3,9 metrisinä.

Hylsyjen päivittäisestä käytöstä vastaavat pituusleikkureiden työntekijät sekä arkkisalin työntekijät. Pituusleikkurin apulainen hoitaa trimmin asetteiden mukaiset hylsyt pituusleikkurille. Koska kalanterihallin hylsyvarasto ei ole järjestyksessä, hylsyt joudutaan tekemään usein hylsyleikkurilla neitsythylysyistä tuleviin trimmin asetteisiin. Kun hylsyleikkurilla leikataan määrämittäisiä hylsyjä tuotantoon, täytyy huomata, että leikatusta hylsystä ei saisi jäädä alle 5 cm pituista ylijäämäpalaa. Tätä lyhyemmät hylsynpätkät saattavat tukkeuttaa leikkurin. Ylimääräiset hylsynpalat menevät leikkurilta liukuhihnaa pitkin kuoppaan, mistä ne hoidetaan edelleen energijätelavalle.

Jotta tuotanto ei pääse pysähtymään pituusleikkurilla, tulee hylsyet tehdä valmiiksi vähintään kymmeneen muuttoon seuraavalle vuorolle. Nämä laitetaan kärryihin valmiiksi ja merkataan lapulla selkeyden vuoksi. PL:n valvomoihin merkataan tulevien trimmin asetteiden kohdalle, mihin asetteisiin hylsyet ovat valmiina ja missä ne sijaitsevat.

Arkkisalissa hylsyn kierto alkaa siitä, että lastintekijä tilaa arkkileikkurille rullat ARVAsta joko AL8:lle tai AL7:lle. Rullan laadusta riippuen pääsääntöisesti AL8:lle tilataan 1-5 rullaa ja AL7:lle 4-8.

Kun rullista on ajettu asiakkaan haluamia arkkikokoja AL8:lla, automaattinosturi nostaa hylsyet pohjineen hylsyypurkaimelle. Purkaimella ajetaan loppupaperit liukuhihnaa pitkin pulpperiin, jonka jälkeen tyhjät hylsyet tippuvat kärryyn. Siitä hylsyet nostetaan arkkileikkureiden välissä oleviin hylsykärryihin ja ne viedään kalanterihalliin.

AL7:lla tapahtuu samat toiminnot muuten, paitsi siellä ei ole automaattinosturia, vaan hylsyet tulee ensin nostaa käsin kärryyn ja siitä toiselle hylsyypurkaimelle.

#### Hylsyjen varastointi

Tein 27.9.2011 satunnaisen tarkastuksen hylsyvarastojen tilanteesta. Tällöin ARVAN täyttöprosentti oli 53 %. ARVAan mahtuu rullien tyypistä riippuen maksimissaan noin 2000 rullaa, joten sen merkitys myös hylsyihin on otettava huomioon. Tänä kyseisenä päivänä voidaan olettaa, että ARVAssa oli suurin piirtein hieman yli 1000 paperirullaa, eli saman verran hylsyjä. Hylsyjen varastointipaikkoja olivat kalanterihallin hylsyvarasto, ARVAN ja PL2:n välinen hylsyvarasto, pituusleikkureiden läheisyys sekä arkkisali.

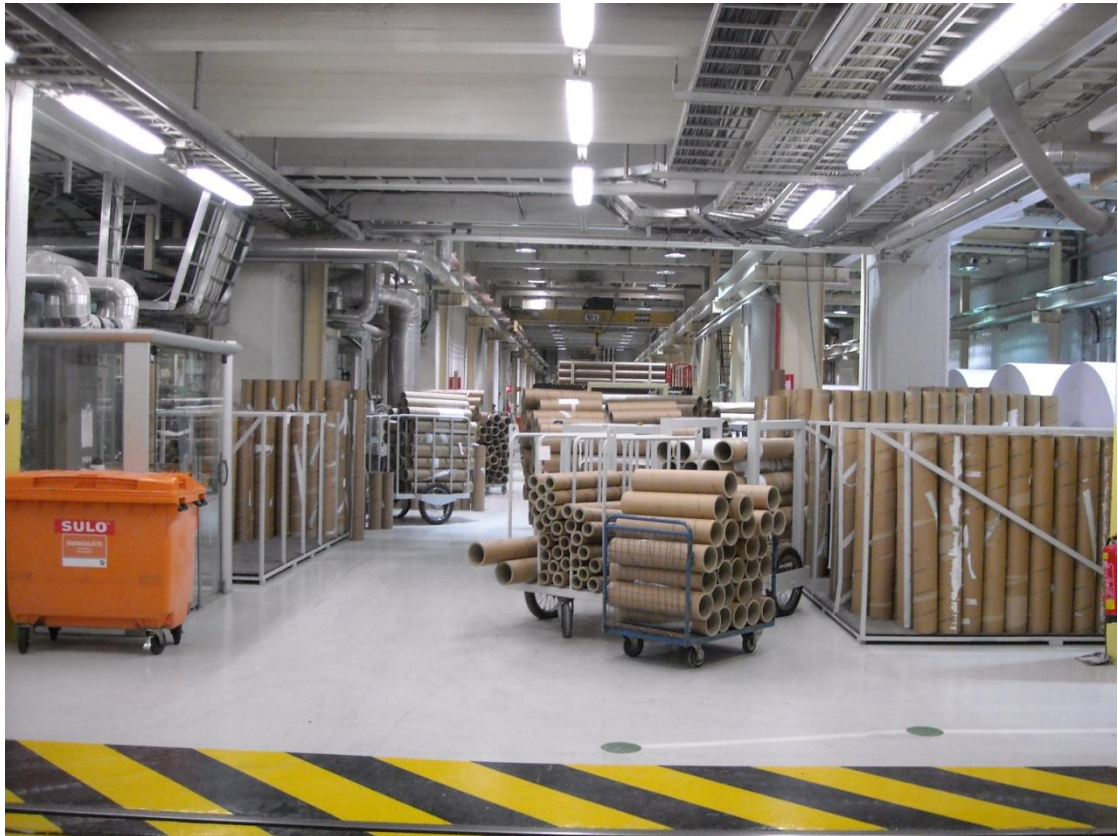
Tämä satunnainen tilanne kuvasi mielestäni hylsyjen tilannetta tehtaalla siten, kuin se suurelta osin oli koko kesän ajan. Työntekijöiden mukaan tilanne on ollut tällainen jo niin kauan, kuin hylsyjen hoidon alihankinta lakkautettiin.

Tuotannonsuunnittelusta oli saatu tieto yleisimmistä ja toistuvimmista hylsymitoista ja ne olivat 750 mm, 940 mm, 1060 mm, 1340 mm, 1460 mm ja 1880 mm. Toki erimittaisia hylsyjä oli joskus myös tehtävä asiakkaiden haluamien arkkikokojen mukaan tai

trimmiteknisistä syistä. Kuitenkin oli selvää, että kyseisiä vakioimittoja tuli varastoida, koska niitä esiintyi tuotannossa eniten.

#### Kalanterihalli:

Kalanterihallissa hylsyjen varastointia varten on 11 ”karsinaa” sekä lattialle mahtuvat hylsykärriyt. Karsinoista 4 oli tyhjänä, 2 vajaana ja 5 täynnä. Karsinoihin merkatut hylsyleveydet olivat viidessä karsinassa sellaisia, mitkä eivät kuulu vakioimittoihin. Lisäksi karsinoissa olevissa hylsyissä oli huonoja päitä, eikä niitä voi ottaa pituusleikkurille sellaisenaan käyttöön. Hylsykärriä kalanterihallissa oli 33 ja niistä 6 oli tyhjiä. Täysistä kärriästä 3 oli sellaisia, jotka oli valmiiksi lajiteltu pituusleikkurille meneväksi tiettyä asetetta varten. Loput täydet hylsykärriyt sisälsivät merkkeamattomia sekalaisia hylsymittoja ja osassa niistä oli huonot päät. Myös lattialle oli jätetty pystyyn 56 sekalaisista hylsymittaa.



KUVA 5 Kalanterihallin hylsyvarasto 27.9.2011

Kuvan 5 keskellä näkyvä käytävä täyttyi usein hylsykärriistä ja irtonaisista hylsyistä niin, ettei siitä mahtunut kulkemaan. Kesän aikana käytävältä tyhjennettiin usein hylsyjä energiajätelavalle tästä syystä.



KUVA 6 Kalanterihallin "karsina" 27.9.2011

Vaikka käytävällä oli 33 täyttä hylsykärriä, niin osa karsinoista oli tyhjiä tai vajaita kts. kuva 6 ja kuva 7. Käytävätilan vapauttaminen onnistuisi siirtämällä hylsy energijätelavan sijasta karsinoihin tai muihin varastointipaikkoihin.



KUVA 7 Kalanterihallin "karsina" 27.9.2011

ARVAn ja PL2:n välinen hylsyvarasto:

Täällä oli yhteensä 6 hylsykärriä, joista 4 oli täynnä ja niistä kahdessa oli vakiomitoista poikkeavia hylsynleveyksiä. Lattialla oli myös 12 irrallista ja sekamittaista hylsyä.

PL2:n ympäristö:

Täällä oli 1 tyhjä ja 2 vajaata kärriä. Pituusleikkurin takana oli myös sekalaisia hylsymittoja

PL1:n ympäristö:

Täällä oli seitsemässä kärriyssä hylsyjä, joista yhdessä oli asetteen mukaan järjestelty. Lopuissa oli sekalaisia mittoja.

Arkkisali:

Arkkisalissa oli myös monia kymmeniä hylsyjä lattialla sekalaisessa järjestyksessä. Kärriyssä olevia hylsyjä ei ollut lajiteltu vakiomittojen mukaan.

Yhteenvedona voidaan sanoa, että mitkään hylsyjen varastointipaikat eivät olleet järjestyksessä, ja että niissä säilöttiin vääränmittaisia ja huonopäisiä hylsyjä.

Hylsyn laatu

Arkkirulliin käytettävät hylsyty ovat nimeltään V4 150x12x3900MM. Hylsyn sisähalkaisija on siis 150 mm ja kartonkikerroksen paksuus on 12 mm, eli kokonaishalkaisija on 174 mm. Sonoco Alcore Oy:ltä tilatut neitsythylyty tulevat 3,9 metriä pitkinä. V4 on hylsyn tuotenimike. Kyseisen hylsylaadun suositelluksi maksimirullapainoksi on annettu 3500 kg. Tarkemmat ovat tiedot liitteenä.

Hylsyjen kustannukset

Vuonna 2011 V4-arkkirullahylsyn metrihinnaksi määritellään luku 1. Hylsyn metrin hinnassa on ollut vaihtelua välillä 0,993 - 1,011. Hylsyjen kokonaiskulutus on ollut noin 24000 metriä ja kokonaiskustannus noin satatuhatta euroa. Jostain syystä SAP tietojärjestelmästä saaduista luvuista puuttuu huhtikuun tiedot, joten se on jätetty pois laskuista.

## 4.2 Hylsyjen käytön optimointi

Jotta tehtaan hylsyjen käyttö olisi mahdollisimman tehokasta, tuli miettiä millä tavoin energiajätteeseen turhaan menevien käytettyjen hylsyjen määrä saataisiin minimoitua. Lisäksi uusien neitsythylsyjen tilausmäärä pitäisi saada mahdollisimman pieneksi, kuitenkin niin, ettei tehtaan paperituotanto kärsi siitä. Näihin tavoitteisiin pääseminen edellytti mielestäni työohjeiden tekoa pituusleikkureille ja arkkileikkureille, sekä nykyisen varastotilan täydellistä hyödyntämistä ja uusien varastointipaikkojen kehittämistä. Näiden lisäksi V4-hylsymallista tulee siirtyä kestävämpään malliin V5. Uudella hylsymallilla saavutettaisiin säästöä pitkällä aikavälillä, sekä voitaisiin ajaa painavampia rullia turvallisesti.

### Työohjeiden teko

Kehitysinsinööri teki opinnäytetyöni alkuvaiheessa työohjeet hylsyjenkäyttöön arkkisaliin. Oma versioni pohjautuu kyseiseen ohjeeseen. Muunsin työohjetta oman tietämykseni, ohjaajani sekä työntekijöiden haastatteluiden ja mielipiteiden pohjalta. Lisäksi katsoin aiheelliseksi tehdä työohjeet myös pituusleikkureille. URK:ille en kokenut aiheelliseksi tehdä erillistä työohjetta, koska kaikkien tiedossa oli jo valmiiksi, että aukirullatusta rullasta jäämä hylsy viedään lyhennettäväksi.

Arkkisaliin tehdyssä työohjeessa tulee esille seuraavat asiat:

- Kuinka hylsyä lajitellaan, varastoidaan ja lyhennetään.
- Minkälaisia ovat huonokuntoiset hylsynpääät.
- Miten arkkisalin hylsyliikenne käytännössä toimii.

Pituusleikkureille tehdyssä työohjeessa tulee esille seuraavat asiat:

- Kuinka hylsyä tulee käyttää.
- Miten hylsyä tulee varastoida ja minne.
- Mitkä ovat hylsyjen varastopaikat ja niissä varastoitavat hylsymitat.
- Mitkä ovat seisokkiajan työtehtävät liittyen hylsyihin.

Työohjeet näkyvät liitteissä 1 ja 2.



## Varastointi

Varastoinnin osalta tärkeintä oli saada jo olemassa olevat varastopaikat hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. Työohjeiden avulla työntekijät tietää mitä hylsyjä varastoidaan minnekin ja kuinka hylsyjen kanssa tulee menetellä.

Energiajätteeksi turhaan menevien hylsyjen minimoimiseksi tuli miettiä uusia varastopaikkoja. Uusiksi hylsyjen varastopaikoiksi mietin:

- Pulpperihuone lyhennettäville hylsyille.
- PL1:n liuskan vieressä oleva seinusta, mistä voitaisiin siirtää tampuurikärky pois edestä. Kärkyä käytetään kuulemma keskimäärin kahden vuoden välein, joten se voitaisiin hyvin sijoittaa muualle.
- PL2:n ja ARVAn väliin jäävä käytävä lyhyille hylsymitoille. Seinustalla on tilaa samanlaisille telineille kuin kuvan oikeassa laidassa. Katso kuva 8.



KUVA 8 PL2:n ja ARVAn välinen käytävä

Uusia varastointipaikkoja miettiessäni tuli esille ajatus siitä, voitaisiinko hylsyjä varastoida pihalle. Hylsytoimittajan edustaja kuitenkin tyrmäsi idean puhelinhaastattelussa 30.9.2011. Lämpötila ei sinänsä vaikuta hylsyn varastointikriteereihin, mutta suurin vaikuttava tekijä on ilman suhteellinen kosteus. Jos hylsy varastoitaisiin esimerkiksi talvella pihalle, ne saattaisi jäätymä ja sulaa, jolloin hylsyn suhteellinen kosteus kasvaisi. Liian kostea hylsy ei ole käyttökelpoinen. (Pietikäinen 30.9.2011.)

## Hyönteiden laatuvaatimukset

Hylsyjen sopivuus yrityksen tarpeisiin on osaltaan riippuvainen paperirullan painosta. Hylsyntoimittaja Sonoco Alcore Oy antaa suosituksen 3500 kg rullan maksimipainoksi V4-hylsillä. Tässä on toki 20 % turvamarginaali, joten periaatteessa hylsyn kestävyys on testattu 4200 kg painoisilla rullilla. Hylsyntoimittaja ei silti lähde alentamaan jo annettua 3500 kg suosituksen rajaa.

Yrityksen vakiomittaisiin hylsyleveyksiin kuuluvat 750 mm, 940 mm, 1060 mm, 1340 mm, 1460 mm ja 1880 mm. Leveämpi rulla painaa aina enemmän lajista riippumatta. Näistä vakiomitoista kuitenkin 1460 mm on levein mahdollinen rulla ajettavaksi hylsyntoimittajan antaman maksimipainon mukaisesti, kuten kuvasta 9 voi nähdä.

AL8		Meter/ reel	roll widht meter					
Galerie Art GLOSS			1,460	sqm m <sup>2</sup>	Weight/ kg			Weight tons
	115	19100		27886		3206,9		3,207
	130	17000		24820		3226,6		3,227
	150	14800		21608		3241,2		3,241
	170	12800		18688		3177,0		3,177
	200	11000		16060		3212,0		3,212
	250	8200		11972		2993,0		2,993
	300	6600		9636		2890,8		2,891
Galerie Art SILK				sqm m <sup>2</sup>	Weight/ kg			Weight tons
	115	16600		24236		2787,1		2,787
	130	15200		22192		2885,0		2,885
	150	12800		18688		2803,2		2,803
	170	11400		16644		2829,5		2,829
	200	9500		13870		2774,0		2,774
	250	7500		10950		2737,5		2,738
	300	5600		8176		2452,8		2,453
							max	3,241

KUVA 9 Rullapainojen excel-laskentataulukko 1460 mm leveälle rullalle

Leveimmällä 1880 mm rullalla ajettaessa paino ylittyy kaikissa muissa paperin lajeissa, paitsi 300 g/m<sup>2</sup> mattapintaisella paperilla. Tosin kaikki rullaleveydet kaikilla laaduilla pysyvät hylsyntoimittajan testaamien turvamarginaalin rajoissa.



<b>AL8</b>		Meter/ reel	roll widht meter				
Galerie Art GLOSS			1,880	sqm m <sup>2</sup>	Weight/ kg		Weight tons
115	19100			35908	4129,4		4,129
130	17000			31960	4154,8		4,155
150	14800			27824	4173,6		4,174
170	12800			24064	4090,9		4,091
200	11000			20680	4136,0		4,136
250	8200			15416	3854,0		3,854
300	6600			12408	3722,4		3,722
Galerie Art SILK				sqm m <sup>2</sup>	Weight/ kg		Weight tons
115	16600			31208	3588,9		3,589
130	15200			28576	3714,9		3,715
150	12800			24064	3609,6		3,610
170	11400			21432	3643,4		3,643
200	9500			17860	3572,0		3,572
250	7500			14100	3525,0		3,525
300	5600			10528	3158,4		3,158
						max	4,174

KUVA 10 Rullapainojen excel-laskentataulukko 1880 mm leveälle rullalle

Paras mahdollinen malli arkkirullahylsille mielestäni on V5, minkä maksimirullapaino on 5000 kg. Hylsyn lujuusominaisuudet ovat paremmat verrattuna V4-hylsyyn. Näin ollen hylsy kestäisivät myös yli 3500 kg rullakuorman. Tehtaan pyrkimyksenä on ajaa jatkuvasti yhä leveämpiä rullia, jotta arkkileikkureista saataisiin paras hyöty irti. Tällöin myös rullapainot kasvaisivat, eikä V4-hylsy maksimirullapaino riitä edes turvamarginaalien rajoissa ajettaville rullille. V5-hylsyjen kierrätettävyysskin on todennäköisesti suurempi verrattuna V4-hylsyyn, jolloin niiden käyttö olisi kustannustehokkaampaa.

Jotta hylsyjen käyttökertojen määrää pituusleikkureiden ja arkkileikkureiden välillä pystyttiin tarkkailemaan, tuli rullaan merkitä tussin avulla merkki yhden käyttökerran merkiksi. Aloittaessani opinnäytetyötäni tämä tehtävä oli arkkisalin työntekijöillä. Huomasin kuitenkin tehtaalla liikkeussani, että todella moni työntekijä jonka piti kyseinen merkki merkitä, jätti homman tekemättä. Yritin kysellä miksi he toimivat kyseisellä tavalla ja vastaukset viittasivat työohjeiden epäselvyyksiin ja pelkästään vain viitsimättömyyteen.

Päädyin siirtämään hylsymerkinnät pituusleikkureille siinä toivossa, että tussimerkin-  
töjä tulisi paremmalla menestyksellä. Kesätöideni päätoimipaikkana oli PL2, joten kerkesin tutustua pituusleikkureiden työntekijöiden kanssa. PL1:n työntekijät viettivät kahvi- ja ruokatauot PL2:n valvomossa, joten kerkesin tutustua myös heihin. Merkin-  
töjä tulikin havaintojen perusteella enemmän kuin aikaisemmin.

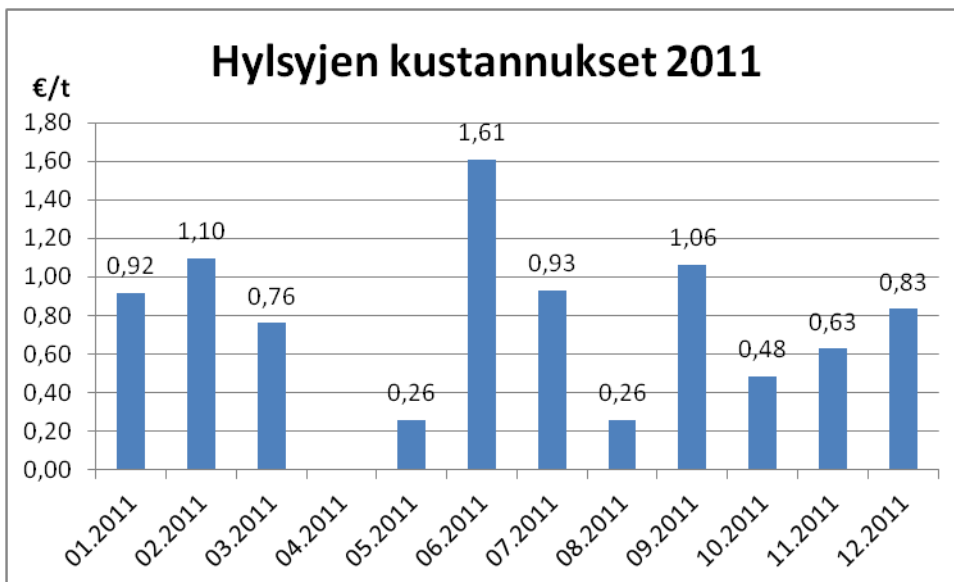
## 5 Tutkimukset ja toimenpiteet

Työn vaikutuksia hylsyjen käyttöön tutkittiin seuraamalla juoksumetrejä ja paperin tuotantomääriä. Niiden avulla voitiin määritellä, kuinka paljon hylsyjen kustannukset ovat tuotettua paperitonnia kohden. Hylsyjen kiertoa ja rullauspäiden vaikutuksia hylsyjenpäihin tutkittiin yksinkertaisilla tussimerkinnöillä, joiden avulla nähtiin, kuinka monta kertaa hylsy kiersi pituusleikkureiden ja arkkileikkureiden välillä.

Tutkimusten pohjalta tehtaan toimintatapoja paranneltiin jo työn aikana. Lisäksi kehitettiin jatkotoimenpiteitä hylsyjen käyttöön liittyen.

### 5.1 Tulosten analysointi

Kuvassa 11 on laskettu hylsyjen kustannukset tuotettua paperitonnia kohden. Laskelmissa on eriteltynä keskimääräiset hylsyjen kustannukset ennen opinnäytetyön aloitusta ja sen jälkeen. Taulukon esimerkki on laskettu vuoden 2011 paperintuotannon mukaan, sekä vuoden keskimääräisellä V4-hylsyn metrihinnalla. Tuotetut tonnit ja juoksumetrit on saatu SAPista ja jostain syystä sieltä puuttui huhtikuun juoksumetrien määrä, joten se on jätetty laskuista pois. Opinnäytetyö aloitettiin 14.9.2011.



KUVA 81 Graafinen esitys hylsyjen kustannuksista

Tehtaalla käytettyjen hylsyjen kustannuksia vertailemalla tuotettuihin paperitonnieihin voidaan tarkastella hylsyjen käytön tilannetta. Kyseinen luku siis kertoo sen, kuinka paljon hylsyihin menee rahaa yhtä tuotettua paperitonnia kohti. Juoksumetrit kertovat

tehtaalla käytettyjen hylsyjen määrän. Juoksumetrien avulla ei voida arvioida pituusleikkureilla ajettavien arkkirullatilausten määrää, koska osa hylsyistä menee energiajätteeksi huonojen päiden vuoksi tai vain siksi, että kalanterihallin hylsyvaraston läheisyydessä mahtuu kulkemaan käytävillä. Myös pieni osa hylsyistä menee hylsyleikkurilla kuupan kautta energiajätteeksi, kun hylsyjä leikataan trimmien asetteiden mukaisiin mittoihin. Energiajätteeksi, eli turhaksi hylsyjen käytöksi menevien hylsyjen määrää, voitaisiin tarkastella, jos tiedettäisiin juoksumetrien lisäksi pituusleikkureilla käytettyjen arkkirullahylsyjen määrä. Eli siis saataisiin laskettua trimmin asetteen mukaiset arkkirullaleveydet \* muuttojen määrä. Ehdotin tällaista laskentamallia tehtaalle, mutta opinnäytetyön puitteissa tätä ei ehditty toteuttaa.

Kuvasta 11 voidaan laskea keskiarvoksi tammikuusta elokuuhun 0,83€/t ja syyskuusta joulukuuhun 0,75€/t. Voidaan myös huomata, että opinnäytetyön aloittamisen jälkeen hylsyjen €/t – arvo laski arvosta 1,06 arvoon 0,48. Loppuvuoteen asti kyseinen arvo pysyi alle aikaisemman vuoden keskiarvon, mikä oli hieman yli 0,83. Eron ollessa 0,08€/t voidaan vuotuisella tasolla säästää yli 10 %.

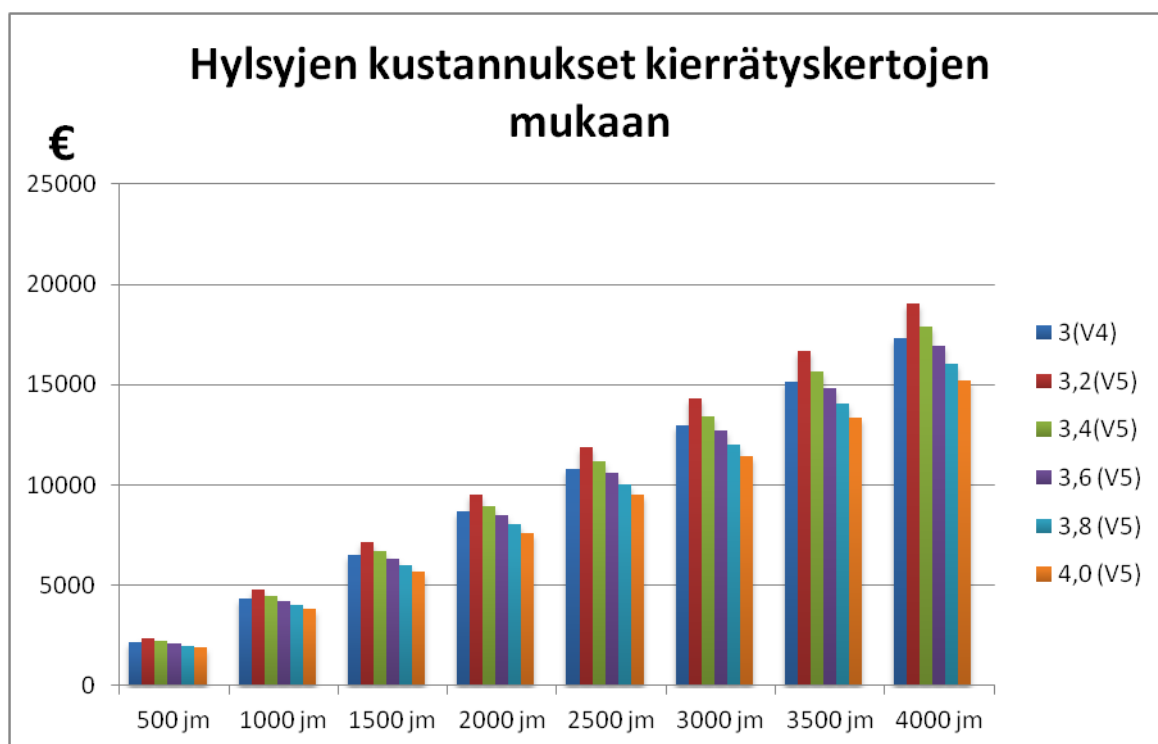
Syynä hylsyjen kustannusten laskuun saattoi olla tekemieni työohjeiden ansiosta. Varmasti yksi osasy syy kustannusten laskuun oli myös se, että työntekijät alkoivat kiinnittää huomiota hylsyjenkäyttöön. Arkkaamon ja pituusleikkureiden työntekijät tiesivät minun paneutuneen vallitseviin ongelmiin, ja uskon, että se lisäsi heidän motivaatioon toimia ohjeiden mukaan.

Kuvassa 12 on laskettu juoksumetrien aleneminen eri hylsylaatuja käyttökertoilla. V4-hylsyn kolme käyttökertaa verrattuna V5-hylsyn viiteen käyttökertaan saadaan noin 30 %:n kustannussäästö. Kuvassa 12 on laskettu vuotuinen juoksumetrien väheneminen, mikäli tehdas siirtyisi V4-hylsystä V5-hylsyyn. Olettamuksena laskelmille on, että V4-hylsyä voidaan kierrättää pituusleikkureiden ja arkkileikkureiden välillä 3 kertaa ja V5:sta 4-5. V4-hylsyn keskimääräinen metrihinta on saatu SAPista ja V5-hylsyn metrihinnan sain hylsyntoimittaja Sonoco Alcore Oy:n edustajalta puhelimitse (Pietikäinen 30.9.2011).

Kierrätyskertojen mukaiset juoksumetrit (jm)			
Päivämäärä	3 (V4)	4 (V5)	5 (V5)
01.2011	3650,0	2737,5	2190,0
02.2011	3498,2	2623,7	2098,9
03.2011	3042,0	2281,5	1825,2
05.2011	608,8	456,6	365,3
06.2011	2129,0	1596,8	1277,4
07.2011	3027,6	2270,7	1816,6
08.2011	470,9	353,2	282,5
09.2011	2738,2	2053,7	1642,9
10.2011	1369,0	1026,8	821,4
11.2011	1595,9	1196,9	957,5
12.2011	2282,2	1711,7	1369,3
Yht.	24411,8	18308,9	14647,1

KUVA 12 Excel-tilukko juoksumetreistä

Hylsyihin merkattiin tussimerkillä käyttökerrat, jotta nähtäisiin kuinka monta kertaa ne kiertävät pituusleikkureiden ja arkileikkureiden välillä. Lyhyen otanta-ajan perusteella syyskuusta joulukuuhun V4-hylsyissä löytyi maksimissaan kolme merkintää. Tämän jälkeen hylsy voidaan vielä lyhentää lyhyempään vakiomittaan. V5-hylsyä taas ovat lujuusominaisuuksiltaan kestävämpiä ja niitä pystyttäisiin todennäköisesti kierrättämään pituusleikkureiden ja arkileikkureiden välillä useammin. Hylsyntoimittaja arvioi vielä kestävämmän V6-hylsyn kestävän seitsemästä kahdeksaan kertaan. Viidellä kierrätyskerralla V5-hylsyyn siirtyminen tarkoittaisi vuositasolla säästöä yli 30 %.



KUVA 13 Graafinen esitys hylsyjen kustannuksista kierrätyskertojen mukaan

Kuvasta 13 nähdään, että V5-hylsyn käytöstä tulee kustannustehokasta, kun se kierrätyskerrat ovat yli 3,6. Luonnollisesti euromääräinen säästö kasvaa juoksumetrien kasvaessa. V5-hylsyjä ei ehditty opinnäytetyön puitteissa koeajaa ja mitata kierrätyskertojen määrä tussimerkein. Olettaen esimerkiksi V4-hylsyjen kiertävän 3 kertaa ja V5-hylsyjen 5 voidaan laskea 30 % vuotuinen kustannussäästö. V5-hylsyn hyvänä puolena olisi myös se, että sillä voitaisiin ajaa riskittömästi yli 3500 kg rullia.

## 5.2 Parannusehdotukset

Osa parannusehdotuksistani otettiin käyttöön jo opinnäytetyön aikana. Tekemäni työohjeet annettiin työntekijöille jo lokakuussa, jotta työni aikana ehdittäisiin saada mahdollisimman pitkältä aikaväliltä seuranta hylsyjen käytöstä. Hylsyjen tussimerkintöjen siirto arkkisalista pituusleikkureille tehtiin myös työohjeidenannon yhteydessä.

Tulevaisuudessa tehtäviä parannuksia:

- Hylsyjen varastointipaikat pulpperihuoneeseen, PL1:n liuskan viereiselle seinustalle sekä ARVAn ja PL2:n välissä olevan käytävän seinustalle.
- Muuttuvien tilauskantojen ja hylsyleveyksien mukaan nopeat reaktiot hylsyjen varastointiin liittyen. ABC-analyysi on yksi hyvä työkalu varastotilanteen analysointiin.
- Siirtyminen V4-hylsystä V5-hylsyyn.

Yleisiä parannusehdotuksia:

- Hylsyleikkurin toiminnan varmistaminen.
- PL2: liimauslaite toimivaksi. Nykyisin käytetään kaksipuoleista teippiä rainan hännän liittämiseksi hylsyyn. Paperi ei lähde helposti teipistä irti, jolloin monen teippikerroksen jälkeen paperia kasaantuu. Tämä voi aiheuttaa ”hyppytyöstä” leikkureilla ja se johtaa rullan laatuvirheisiin.
- Mattapäivänä kalanterimies lyhentää hylsyjä pulpperihuoneesta, koska ei tarvita kahta kalanterioperaattoria, kun superkalanterit eivät pyöri.
- Mietittävä mahdollisesti hylsy politiikan ulkoistamista (niin kuin ennen Lassila&Tikanojalla).
- Hylsyvastaavan rekrytointi tehtaan sisältä, joka hoitaa hylsy politiikkaa.
- Arkkileikkureille tilataan rullat metrien, eikä halkaisijan mukaan. Liian suuret pohjat vahingoittavat hylsyä tippuessaan rullauksen jälkeen hihnalle.

## 6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli luoda työntekijöille ohjeet optimaaliseen hylsyjen käyttöön, selvittää käytettävien hylsyjen sopivuutta tehtaan tarpeisiin, tarkastella rullauspäiden vaikutuksia hylsyjenpäihin sekä selvittää hylsyjen varastointiin liittyviä ongelmia. Nii- den perusteella piti laskea mahdolliset kustannussäästöt. Kaikki nämä toimeksiannon mukaiset osa-alueet tuli tehdä tämän opinnäytetyön aikana.

Toimeksianto oli mielenkiintoinen ja haastava. Konkreettiset tulokset, jotka M-real Äänekosken paperitehdas työstä sai, olivat työohjeet arkkisaliin ja pituusleikkureille. Lisäksi työn tuloksena syntyi uusia hylsyjen varastointipaikkoja sekä toimintaohjeet jo olemassa olevien varastopaikkojen tehokkaaseen käyttöön.

Opinnäytetyön tavoitteena oli optimoida M-real Äänekosken paperitehtaan arkkirulla- hylsyjen käyttöä. Tulosten perusteella yhtiön vuosittaiset hylsykustannukset voisivat laskea huomattavasti, joten työssä onnistuttiin.

M-real ilmoitti marraskuussa 2011 lakkauttavansa Äänekosken paperitehtaan hieno- paperin tuotannon. Paperikone suljettiin joulukuussa 2011. Tästä johtuen opinnäyte- työstä saadut tuotokset ja suunnitelmat eivät pääse hyötykäyttöön.

## LÄHTEET

Häggblom-Ahnger, U & Komulainen, P. 2000. Paperin ja kartongin valmistus. Helsinki: Opetushallitus.

Jokio, M. 1999. Papermaking Part 3, Finishing. Helsinki: Fapet Oy.

Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3. uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Karhuketo, H., Seppälä, J., Törn, T. & Viluksela, P. 2004. Paperin ja kartongin jalostus. 2. uudistettu painos. Vantaa: Opetushallitus.

KnowPap. 2008. Paperitekniiikan ja tehtaan automation oppimisjärjestelmä [DVD]. Prowledge Oy VTT Industrial Systems.

M-real in intranet [viitattu 19.10.2011]. Saatavissa:

[www.intra.metsaliitto.com/fi/group/kartonkijapaperi/sivut/default.aspx](http://www.intra.metsaliitto.com/fi/group/kartonkijapaperi/sivut/default.aspx).

M-real in www-sivu [viitattu 16.1.2012]. Saatavissa:

[www.m-real.com](http://www.m-real.com).

Pietikäinen, Jari 2011. Sales&Technical Manager. Sonoco Alcore Oy. Äänekoski 30.09.2011. Puhelinhaastattelu.

Pietikäinen, Jari. Re: Kysymys liittyen opinnäytetyöhöni [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Jussi Istola. Lähetetty 13.10.2011 [viitattu 18.10.2011].

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Reijo Rautauoman säätiö.

Sartjärvi, T. 1992. Logistiikka kilpailutekijänä. Nurmijärvi: Kustannusyhtiö Otava Oy.

Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry. 1983. Paperin valmistus. 2. täysin uudistettu painos. Turku: Oy Turun Sanomat/Serioffset.

## TYÖOHJEET ARKKISALIIN

**Hylsykierto ja –lajittelu arkkisalissa**

Kustannussäästöjen aikaansaamiseksi kierrätetään hylsyjä välillä PL:t – AL:t. Lajitellaan hylsytyt leveyksien mukaan omiin kääryihinsä seuraavasti:

750 mm

940 mm

1060 mm

1340 mm

1460 mm

1880 mm

Pulpperihuoneeseen menevät hylsytyt

Energiajätteeseen menevät hylsytyt

**Leveyksien mukaan lajitellut hylsytyt** sisältävät vain hyväkuntoisia hylsytyjä, jotka ovat suoraan käytettävissä pituusleikkureilla.

- Hylsytyt viedään kalanterihalliin
- Päät ovat ehjät (kuvia viottuneista päistä liitteenä)
- Paperi on poistettu hylsytyltä niin hyvin kuin mahdollista.
- Hylsytyssä ei ole muuten havaittavissa vaurioita.

**Pulpperihuoneeseen menevät hylsytyt** sisältävät:

- Muu, kuin yllä mainittu yli 750 mm leveys.
- Päistään huonokuntoiset yllä olevat hylsytymitat (kuvia liitteenä).

**Energiajätteeseen menevät hylsytyt** sisältävät:

- Alle 750 mm hylsytyt.
- Päistään viottuneet 750 mm hylsytyt.
- Muuten, kuin päistään viottuneet hylsytyt (esim. käyristyneet käyttökelvottomaksi).

Toiminta AL7:n ja AL8:n välisellä alueella on hahmoteltu liitteeseen. Leikkurien alueella on kuusi hylsytkääryä hyväkuntoisille hylsytyille. Lisäksi paikalla on yksi hylsytkääry pulpperihuoneeseen meneville – ja yksi hylsytkääry energiajätteeseen meneville hylsytyille. Kääryjen paikka on osoitettu kuvas-  
sa. Kääryihin merkitään paperilapun avulla leveys. Kun kääry täyttyy, toimitetaan se oikeaan osoit-  
teeseen ja otetaan uusi kääry tilalle. Kääryjen riittävyys on toistaiseksi niukanlainen. Mikäli tyhjiä  
kääryjä ei löydy, otetaan yhteys lähimpään esimieheen.



## VIOITTUNEITA HYLSYN PÄITÄ



Kuva1. Painauma



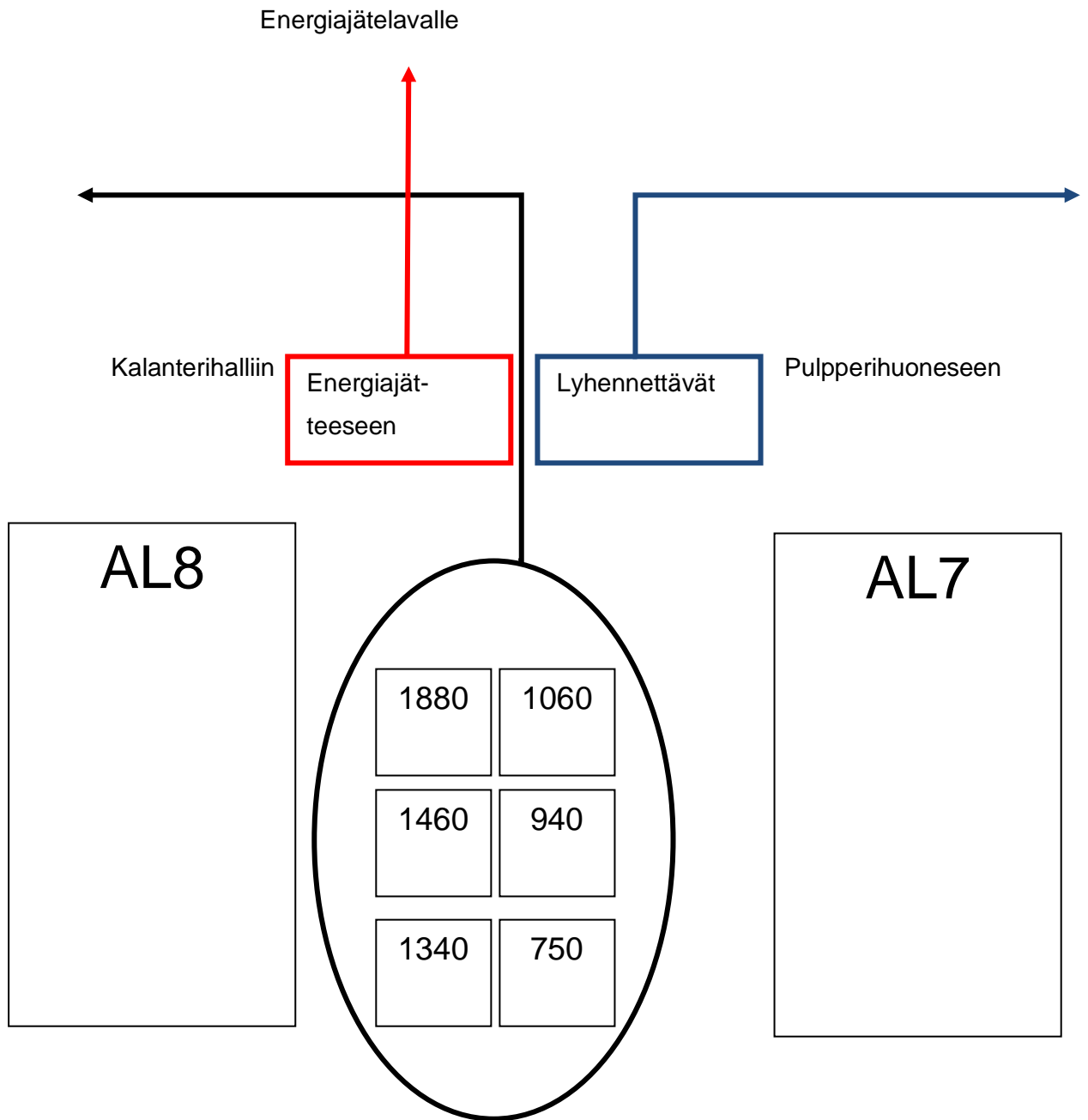
Kuva 2. Palstautuminen / Sisään painuma



Kuva 3. "Huuli"



Kuva 4. URKin rullauspään jälki



**TYÖOHJEET PITUUSLEIKKUREILLE****Hylsyjen käyttö ja – kierrätys pituusleikkureilla**

Yleisimmät ja toistuvimmat mitat arkkirullahylsyillä ovat seuraavat:

750 mm  
940 mm  
1060 mm  
1340 mm  
1460 mm  
1880 mm

**Pyritään uudelleenkäyttämään kalanterihallin hylsyvarastosta jo käytettyjä hylsyjä.**

Karsinoissa ja kärryissä on lajiteltuna yllä olevia hylsyleveyksiä.

**Vältetään hylsyleikkurilla uusien hylsyjen tekoa.**

Jos kuitenkin trimmin asetteissa ilmenee näistä poikkeavia leveyksiä, ne joudutaan tekemään neitsythylysyistä. Mahdollisuuksien mukaan uusia hylsyjä voidaan tehdä myös lyhennettävistä hylsyistä, jotka ovat pulpperihuoneessa.

**Jotta saadaan tutkittua hylsyjen kiertojen määrää pituusleikkurin ja arkkileikkurin välillä, merkataan hylsyn molempiin päihin tussilla merkki muuton valmistuttua.**

**Hylsyjen kaikki varastopaikat ja niissä varastoitavat hylsymitat**

1. Kalanterihallin hylsyvarasto
  - Pitkät hylsymitat
  - Trimmin asetteisiin valmiiksi lajitellut hylsyt kärryissä
2. ARVA:n ja PL2:n välinen hylsyvarasto
  - Lyhyet hylsymitat
3. PL2 koneen ympäristö
  - Trimmin asetteisiin valmiiksi lajitellut hylsyt kärryissä
4. PL1 koneen ympäristö
  - Trimmin asetteisiin valmiiksi lajitellut hylsyt kärryissä
5. Pulpperihuoneessa
  - Lyhennettävät

**PL-operaattorin hylsyihin liittyvät tehtävät seisokkiaikana:**

- Järjestele kalanterihallin hylsyvarastoa. Lajitellaan karsinoihin vain pitkiä hylsyleveyksiä 1880 mm, 1460 mm ja 1340 mm.
- Tuo ARVA:n ja PL2:n välissä olevaan hylsyvarastoon lyhyitä hylsymittoja 750 mm, 940 mm ja 1060 mm. Varastotilan rajallisuuden vuoksi ARVA:n ja PL2:n välissä olevassa hylsyvarastossa voidaan säilyttää lyhyitä hylsymittoja 750mm, 940mm ja 1060mm.
- Järjestele hylsyt PL1:n ja PL2: läheisyydestä.
- Lyhentää pulpperihuoneesta olevista huonopäisistä hylsyistä vakiomittaisia hylsyjä ja tuo ne kalanterihalliin.

## V4 HYLSYN OMINAISUUDET

PRODUCT:		ALCORE	V4		150.0x12.0
PROPERTY	Note	Dimensions	Nominal	Tol/Value min	Tol/Value max
LENGTH		mm			
INSIDE DIAMETER	1	mm	150,2	- 0.4	+0.4
OUTSIDE DIAMETER	2	mm	174,2	- 0.8	+ 0.8
DELIVERY MOISTURE	3	%	8,0	- 2.0	+ 1.0
METER WEIGHT	4	kg/m	4,50		
DYNAMIC LOAD	4	ton/100mm			
FLAT CRUSH STRENGTH	5	N/100 mm	1800	1600	
E-MODULUS (I)	7	N/mm2			
E-Modulus versus core density		MPa/(kg/m3)			
OUT OF STRAIGHTNESS (I)	6	mm/m			
OUT OF ROUNDNESS (I)	6	mm			
REEL RECOMMENDATION					
Reel weight: max.		3,50 ton, depending on chuck type			
Reel width: max.					

## V5 HYLSYN OMINAISUUDET

PRODUCT:		ALCORE	V5		150.0x12.0
PROPERTY	Note	Dimensions	Nominal	Tol/Value min	Tol/Value max
LENGTH		mm			
INSIDE DIAMETER	1	mm	150,2	- 0.4	+0.4
OUTSIDE DIAMETER	2	mm	174,2	- 0.6	+ 0.6
DELIVERY MOISTURE	3	%	7,0	- 1.0	+ 1.0
METER WEIGHT	4	kg/m	5,10		
DYNAMIC LOAD	4	ton/100mm			
FLAT CRUSH STRENGTH	5	N/100 mm	2600	2200	
E-MODULUS (I)	7	N/mm2			
E-Modulus versus core density		MPa/(kg/m3)			
OUT OF STRAIGHTNESS (I)	6	mm/m			
OUT OF ROUNDNESS (I)	6	mm			
REEL RECOMMENDATION					
Reel weight: max.		5,00 ton, depending on chuck type			
Reel width: max.					

